

BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP2004/015483

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

20.10.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日
Date of Application:

REC'D 09 DEC 2004

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 6 4 9 6 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 6 4 9 6 2]

WIPO PCT

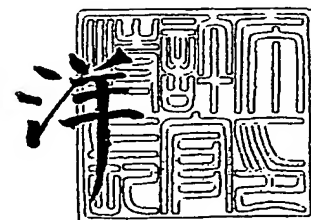
出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 0 6 8 4 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 T4520
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01P 5/08
【発明者】
 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内
 【氏名】 岡野 健
【発明者】
 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内
 【氏名】 永井 智浩
【発明者】
 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内
 【氏名】 平塚 敏朗
【特許出願人】
 【識別番号】 000006231
 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所
【代理人】
 【識別番号】 100079441
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 広瀬 和彦
 【電話番号】 (03)3342-8971
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006862
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9004887

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

四角形の横断面形状をもって一定の長さ方向に延び TE_{10} モードの高周波信号を伝送する方形導波管と、円形の横断面形状をもって形成され該方形導波管の H 面に垂直に接続されると共に TM_{01} モードの高周波信号を伝送する円形導波管とを備えてなる導波管変換装置において、

前記方形導波管と円形導波管との接続部には、該各導波管の間で高周波信号を伝送するときに前記円形導波管に不要な伝送モードが励起されるのを抑制する不用波抑制溝を設ける構成としたことを特徴とする導波管変換装置。

【請求項 2】

前記不要波抑制溝は、前記方形導波管と円形導波管のうち少なくとも一方または両方に配設し、前記不要な伝送モードとなる前記円形導波管の TE_{11} モードの電界成分と直交する方向に前記高周波信号の 1 波長の $1/2$ 以上の長さをもって延びる構成としてなる請求項 1 に記載の導波管変換装置。

【請求項 3】

前記不要波抑制溝は前記円形導波管の軸線に対応する位置で前記方形導波管に形成してなる請求項 1 または 2 に記載の導波管変換装置。

【請求項 4】

前記不要波抑制溝は前記円形導波管に形成してなる請求項 1 または 2 に記載の導波管変換装置。

【請求項 5】

前記方形導波管と円形導波管の間には、該各導波管を接続するときに前記不要波抑制溝の一部に挿嵌され前記方形導波管と円形導波管とを位置合わせする位置合わせ部を設けてなる請求項 1, 2, 3 または 4 に記載の導波管変換装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の導波管変換装置を 2 個備え、該各導波管変換装置の円形導波管を同軸上に配置して回転可能に接続する構成とした導波管ロータリジョイント。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の導波管変換装置を 2 個備え、該各導波管変換装置の円形導波管を同軸上に配置して回転可能に接続すると共にいずれか一方の導波管変換装置に無線通信用の放射器を設ける構成としたアンテナ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】導波管変換装置、導波管ロータリージョイント及びアンテナ装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば高周波信号用の方形導波管と円形導波管とを接続するのに好適に用いられる導波管変換装置、導波管ロータリージョイント及びアンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、導波管変換装置としては、四角形の横断面形状を有する方形導波管と、円形の断面形状を有する円形導波管とを接続する構成としたアンテナ装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】特開平5-235603号公報

【0004】

この種の従来技術によるアンテナ装置は、例えば円形導波管の一端側に放射器となる円錐状の開口部が設けられ、円形導波管の他端側には、この導波管と垂直方向に延びる方形導波管が接続されている。そして、円形導波管の開口部で無線信号が受信されると、この信号の電磁波は、円形導波管から方形導波管に伝送され、方形導波管に接続された周辺回路等に出力される。

【0005】

この場合、従来技術では、例えば TM_{01} モード等の伝送モードで円形導波管内を伝わる電磁波を、方形導波管との接続部位で他の伝送モード（ TE_{01} モード等）に変換し、これを方形導波管内で伝送する構成としている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述した従来技術では、円形導波管内を伝わる TM_{01} モード等の電磁波が、方形導波管との接続部位で TE_{01} モード等に変換され、方形導波管内を伝播する構成となっている。

【0007】

しかし、この場合には、変換先の導波管内で所望の伝送モードが励起されるだけでなく、他の不要な伝送モードも一緒に励起されることが多い。このため、従来技術では、方形導波管と円形導波管との間で高周波信号を伝送するときに、不要な伝送モードによって余分な共振が生じ、信号の損失が増大して伝送効率が低下したり、信号特性の劣化を招くという問題がある。

【0008】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、方形導波管と円形導波管との接続部位において、不要な伝送モードの発生を抑えることができ、所望の伝送モードで信号を安定的に伝送できると共に、伝送時の効率や信号特性を向上できるようにした導波管変換装置、導波管ロータリージョイント及びアンテナ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決するために本発明は、四角形の横断面形状をもって一定の長さ方向に延び TE_{10} モードの高周波信号を伝送する方形導波管と、円形の横断面形状をもって形成され該方形導波管のH面に垂直に接続されると共に TM_{01} モードの高周波信号を伝送する円形導波管とを備えてなる導波管変換装置に適用される。

【0010】

そして、請求項1の発明が採用する構成の特徴は、方形導波管と円形導波管との接続部には、該各導波管の間で高周波信号を伝送するときに円形導波管に不要な伝送モードが励

起されるのを抑制する不用波抑制溝を設ける構成としたことにある。

【0011】

また、請求項2の発明によると、不要波抑制溝は、方形導波管と円形導波管のうち少なくとも一方または両方に配設し、不要な伝送モードとなる円形導波管の TE_{11} モードの電界成分と直交する方向に高周波信号の1波長の $1/2$ 以上の長さをもって延びる構成としている。

【0012】

また、請求項3の発明によると、不要波抑制溝は円形導波管の軸線に対応する位置で方形導波管に形成する構成としている。

【0013】

また、請求項4の発明によると、不要波抑制溝は円形導波管に形成する構成としている。

【0014】

また、請求項5の発明によると、方形導波管と円形導波管との間には、該各導波管を接続するとき不要波抑制溝の一部に挿嵌され方形導波管と円形導波管とを位置合わせする位置合わせ部を設ける構成としている。

【0015】

また、請求項6の発明に係る導波管ロータリージョイントは、請求項1ないし5のいずれかに記載の導波管変換装置を2個備え、該各導波管変換装置の円形導波管を同軸上に配置して回転可能に接続する構成としている。

【0016】

さらに、請求項7の発明に係るアンテナ装置は、請求項1ないし5のいずれかに記載の導波管変換装置を2個備え、該各導波管変換装置の円形導波管を同軸上に配置して回転可能に接続すると共にいずれか一方の導波管変換装置に無線通信用の放射器を設ける構成としている。

【発明の効果】

【0017】

請求項1の発明によれば、方形導波管と円形導波管との接続部には、リアクタンス素子として機能する不用波抑制溝を設ける構成としたので、方形導波管と円形導波管との間で高周波信号を伝送するときには、所望の TM_{01} モードと一緒に他の不要な伝送モード（例えば、 TE_{11} モード）が励起されたとしても、この不要な伝送モードを不用波抑制溝によって選択的に抑えることができ、必要な伝送モードだけを安定的に伝送することができる。

【0018】

従って、例えば不用波抑制溝の寸法、形状、配置等を予め適切に設定しておくことにより、変換先の導波管内で不要な伝送モードによって共振が生じるのを防止でき、信号の損失を低減できると共に、伝送効率や信号特性を向上させることができる。

【0019】

また、請求項2の発明によれば、不要波抑制溝は、方形導波管と円形導波管のうち少なくとも一方または両方に配設し、不要な伝送モードの電界成分と直交する方向に高周波信号の1波長の $1/2$ 以上の長さをもって延びる構成としたので、例えば不要波抑制溝を方形導波管と円形導波管の両方にわたって配設したり、いずれか一方の導波管のみに配設でき、その配置を適切に設定して不要な伝送モードを確実に抑制することができる。

【0020】

この場合、不要波抑制溝を不要な TE_{11} モードの電界成分と直交する方向に延ばして形成し、その長さを高周波信号の1波長の $1/2$ 以上に設定することにより、例えば変換元の方形導波管内を伝わる電磁波の TE_{10} モードに対して、変換先の円形導波管内で必要な TM_{01} モードのみが整合し、不要な TE_{11} モードが不整合となるような伝送状態を実現することができ、不要な伝送モードに対して高い抑制効果を得ることができる。

【0021】

また、請求項3の発明によれば、不要波抑制溝は、円形導波管の軸線に対応する位置で方形導波管に形成する構成としたので、例えば方形導波管を構成する部品等に対して不要波抑制溝を配置することができる。これにより、不要波抑制溝を配置しない円形導波管側の部品形状、構造等を簡略化でき、これを容易に形成できると共に、両方の導波管に不要波抑制溝を設ける場合と比較して、生産性を高めることができる。

【0022】

また、請求項4の発明によれば、不要波抑制溝は、円形導波管に形成する構成としたので、例えば円形導波管を構成する部品等に対して不要波抑制溝を配置することができる。これにより、不要波抑制溝を配置しない方形導波管側の部品形状、構造等を簡略化でき、これを容易に形成できると共に、生産性を高めることができる。

【0023】

また、請求項5の発明によれば、方形導波管と円形導波管との間には、不要波抑制溝の一部に挿嵌される位置合わせ部を設ける構成としたので、方形導波管と円形導波管とを接続するときには、例えば方形導波管に設けた不要波抑制溝の一部に対して、円形導波管に設けた位置合わせ部を挿嵌することにより、これらの導波管を正確に位置合わせして接続することができる。

【0024】

従って、不要波抑制溝の一部を利用して高い寸法精度の導波管変換装置を容易に形成でき、不要な伝送モードに対する抑制効果をより高めることができる。また、例えば方形導波管に位置合わせ部を設け、円形導波管に不要波抑制溝を設ける構成とした場合や、位置合わせ部を別部品により形成して方形導波管と円形導波管の両方に挿嵌する構成とした場合にも、これと同様の作用効果を得ることができる。

【0025】

また、請求項6の発明によれば、導波管ロータリージョイントは、2個の導波管変換装置を回転可能に接続する構成としたので、各導波管変換装置の円形導波管を同軸上に配置して回転可能に接続でき、これらの円形導波管は不要波抑制溝によって個々の方形導波管との間で信号の伝送モードを良好に変換することができる。

【0026】

この場合、円形導波管内を伝播する TM_{01} モードは、その電界成分が円形導波管の軸線（回転中心）に対して対称となっているので、2個の円形導波管が軸線を中心として相対回転したとしても、これらの間で TM_{01} モードを安定的に伝送することができる。従って、各導波管変換装置の方形導波管は互いに相対回転しつつ、両者間で高周波信号を円滑に伝送でき、信号の伝送損失が少なく、汎用性の高い回転型の導波管ジョイントを実現することができる。

【0027】

さらに、請求項7の発明によれば、アンテナ装置は、2個の導波管変換装置を回転可能に接続し、例えば一方の導波管変換装置の放射器を他方の導波管変換装置の方形導波管に対して回転させることができ、この状態で一方の放射器と他方の方形導波管とを円形導波管、不要波抑制溝等によって安定的に接続することができる。

【0028】

従って、例えば放射器の指向性を回転方向に変化させつつ、他方の装置の方形導波管により無線の送信、受信を円滑に行うことができ、信号の伝送損失が少なく、汎用性の高い回転型のアンテナ装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明の実施の形態による導波管変換装置、導波管ロータリージョイント及びアンテナ装置を、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0030】

まず、図1ないし図3は第1の実施の形態を示し、図中、1は導波管変換装置で、該導波管変換装置1は、後述の方形導波管2、円形導波管4、不要波抑制溝5等により構成さ

れ、例えばマイクロ波、ミリ波等の高周波信号を伝送するものである。

【0031】

2は例えば四角形状の金属管等により形成され、 TE_{10} モードの高周波信号を伝送する方形導波管で、該方形導波管2は、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸のうち、例えばX軸方向に沿って直線状に延び、その横断面形状はY軸方向に細長い長方形をなしている。

【0032】

そして、方形導波管2は、Z軸方向で対向する上、下の管壁2A、2Bと、Y軸方向で対向する左、右の管壁2C、2Dと、これらの管壁2A～2Dの端部に接合され、方形導波管2を端部側で閉塞する他の管壁2Eとにより構成されている。

【0033】

この場合、上、下の管壁2A、2Bは、 TE_{10} モードに対するH面を構成している。また、上側の管壁2Aの端部側には、円形導波管4を接続する円形状の開口部3が形成されている。

【0034】

4は方形導波管2の開口部3に接続され、 TM_{01} モードの高周波信号を伝送する円形導波管で、該円形導波管4は、図2、図3に示す如く、例えば円形の横断面形状をもつ金属管等からなり、その管壁4Aは軸線O-O（中心O）を有している。そして、円形導波管4は、Z軸方向に沿って方形導波管2のH面（管壁2A）と垂直に延びている。

【0035】

5は例えば金属材料等を用いて方形導波管2と円形導波管4との接続部に設けられた不要波抑制溝で、該不要波抑制溝5は、後述の如く方形導波管2から円形導波管4に高周波信号を伝送するときに、例えば円形 TE_{11} モード等の不要な伝送モードが円形導波管4内に励起されるのを抑制し、方形導波管2内を伝わる方形 TE_{10} モードの電界成分を、円形導波管4内を伝わる円形 TM_{01} モードの電界成分に効率よく変換するものである。

【0036】

ここで、不要波抑制溝5は、例えば方形導波管2を外側から取囲むように略コ字状に延びる長溝として形成され、その横断面は四角形状をなしている。また、不要波抑制溝5は、方形導波管2の横断面の四辺のうち三辺の管壁2B、2C、2Dに沿って延設され、円形導波管4の管壁4Aにも配設されている。

【0037】

即ち、不要波抑制溝5は、方形導波管2の下側の管壁2Bに沿ってY軸方向に延びる横溝6と、該横溝6の両端部からL状に屈曲し、方形導波管2の各管壁2C、2Dと円形導波管4の管壁4AとにわたってZ軸方向に延びて設けられた左、右の縦溝7、7とにより構成されている。

【0038】

この場合、横溝6は、方形導波管2の管壁2Bに対して窪んだ底面6Aを有している。また、左側の縦溝7は、方形導波管2の左側の管壁2C（円形導波管4の管壁4A）に対して窪んだ底面7Aを有し、右側の縦溝7も同様に、管壁2D、4Aに対して窪んだ底面7Aを有している。

【0039】

また、不要波抑制溝5は、図2、図3に示す如く、円形導波管4の軸線O-Oに対応する位置（本実施の形態では、例えば軸線O-O上の位置）に配置され、円形導波管4内で励起される不要な TE_{11} モード等の電界成分の方向と直交する方向（例えば、Y軸方向）に延びて形成されている。

【0040】

そして、不要波抑制溝5のY軸方向の長さ（各縦溝7の底面7A間の間隔）Lは、下記数1の式に示すように、導波管2、4の間に伝送される高周波信号の1波長を λ として、例えば波長 λ の $1/2$ 以上の大きさに設定されている。

【0041】

【数 1】

$$L \geq \lambda / 2$$

【0042】

この場合、方形導波管 2 から円形導波管 4 に信号を伝送するときに、不要な伝送モードである TE_{11} モードは、後述の図 4 に示す如く、方形導波管 2（導波管 2'）の伸長方向に沿って X 軸方向に励起され易くなり、この方向で励起される TE_{11} モードは、不要波抑制溝 5 の横溝 6 の底面 6A 等が短絡端となる。

【0043】

このように、本実施の形態では、方形導波管 2 と円形導波管 4 との接続部（伝送モードの変換部）にリアクタンス素子として機能する不要波抑制溝 5 を設け、その寸法、形状、配置等を適切に設定している。これにより、導波管変換装置 1 は、方形導波管 2 内を伝わる TE_{10} モードの電界成分に対して、円形導波管 4 内に生じる不要な TE_{11} モードの電界成分が不整合となり、伝送すべき TM_{01} モードの電界成分が整合するように構成しているものである。

【0044】

本実施の形態による導波管変換装置 1 は上述の如き構成を有するもので、次に、その動作について説明する。

【0045】

まず、方形導波管 2 内を伝わる TE_{10} モードの電磁波が円形導波管 4 内に伝送されるときには、これらの接続部位で伝送モードが変換される。この場合、円形導波管 4 内では、不要な伝送モードである TE_{11} モードが最低次の伝送モードとなり、伝送すべき正規の伝送モードである TM_{01} モードが第 2 番目の伝送モードとなっている。

【0046】

このため、例えば図 4 に示す比較例のように、不要波抑制溝 5 を用いずに、導波管変換装置 1' の方形導波管 2' と円形導波管 4' を単に接続しただけの構成では、方形導波管 2' 内を伝わる TE_{10} モードの電磁波によって円形導波管 4' 内に不要な TE_{11} モードが励起され易くなる。この結果、比較例の構成では、正規の TM_{01} モードにおける信号の変換損失が増大し、伝送効率が低下したり、信号特性が劣化する虞れがある。

【0047】

これに対し、本実施の形態では、方形導波管 2 と円形導波管 4 との接続部に不要波抑制溝 5 を設けているので、円形導波管 4 内に不要な TE_{11} モードが励起されるのを不要波抑制溝 5 によって抑制することができる。これにより、方形導波管 2 内を伝わる TE_{10} モードの電磁波によって円形導波管 4 内で TM_{01} モードの電磁波を効率よく励起でき、これらのモード変換を低損失な状態で安定的に行うことができる。

【0048】

かくして、本実施の形態によれば、方形導波管 2 と円形導波管 4 との接続部には、不用波抑制溝 5 を設ける構成としたので、これらの導波管 2, 4 の間で高周波信号を伝送するときには、例えば必要な TM_{01} モードと一緒に TE_{11} モード等の不要な伝送モードが励起されないので、必要な伝送モードだけを安定的に伝送することができる。

【0049】

従って、例えば不要波抑制溝 5 の寸法、形状、配置等を予め適切に設定しておくことにより、変換先の円形導波管 4 内で不要な伝送モードによって共振が生じるのを防止でき、信号の損失を低減できると共に、伝送効率や信号特性を向上させることができる。

【0050】

この場合、不要波抑制溝 5 を方形導波管 2 と円形導波管 4 の両方にわたって配設し、これを不要な TE_{11} モードの電界成分と直交する Y 軸方向に延ばすと共に、その長さ L は高周波信号の 1 波長 λ の $1/2$ 以上の寸法値 ($L \geq \lambda / 2$) として形成したので、不要波抑制溝 5 を十分な範囲にわたって配置でき、その配置を適切に設定して不要な伝送モードを確実に抑制することができる。

【0051】

そして、変換元の方形導波管 2 内を伝わる電磁波の伝送モード (TE_{10} モード) に対して、変換先の円形導波管 4 内で必要な TM_{01} モードのみが整合し、不要な TE_{11} モードが不整合となるような伝送状態を実現することができ、不要な伝送モードに対して高い抑制効果を得ることができる。

【0052】

また、不要波抑制溝 5 を、円形導波管 4 の軸線 O-O に対応する位置で方形導波管 2 に形成する構成としたので、この軸線 O-O を基準として各導波管 2, 4 の接続部に不要波抑制溝 5 を正確に配置することができる。そして、不要波抑制溝 5 を配置しない円形導波管 4 側の部品形状、構造等を簡略化でき、これを容易に形成できると共に、両方の導波管 2, 4 に不要波抑制溝を設ける場合と比較して、生産性を高めることができる。

【0053】

次に、図 5 及び図 6 は本発明による第 2 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、複数の不要波抑制溝を設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0054】

11 は導波管変換装置で、該導波管変換装置 11 は、第 1 の実施の形態とほぼ同様に、方形導波管 2、円形導波管 4、不要波抑制溝 5 等により構成されている。しかし、方形導波管 2 と円形導波管 4 との接続部位には、後述する他の不要波抑制溝 12 が設けられている。

【0055】

12 は不要波抑制溝 5 と共に導波管 2, 4 に設けられた他の不要波抑制溝で、該不要波抑制溝 12 は、例えば方形導波管 2 の伸長方向 (X 軸方向) と異なる方向に沿って励起される TE_{11} モードを抑制するものである。

【0056】

ここで、不要波抑制溝 12 は、図 6 に示す如く、例えば円形導波管 4 の中心 O に対応する位置で不要波抑制溝 5 と交差 (直交) して X 軸方向に延びると共に、方形導波管 2 の管壁 2B, 2E と円形導波管 4 の管壁 4A とにわたって L 字状に形成されている。

【0057】

この場合、不要波抑制溝 12 は、方形導波管 2 の下側の管壁 2B に沿って X 軸方向に延びる横溝 13 と、該横溝 13 の端部から L 状に屈曲し、方形導波管 2 の管壁 2E と円形導波管 4 の管壁 4A とにわたって Z 軸方向に延びて設けられた縦溝 14 とにより構成されている。また、横溝 13 は、方形導波管 2 の管壁 2B に対して窪んだ底面 13A を有し、縦溝 14 は、管壁 2E, 4A に対して窪んだ底面 14A を有している。

【0058】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、本実施の形態では、互いに直交する 2 個の不要波抑制溝 5, 12 を設ける構成としたので、第 1 の実施の形態で図 4 中に矢示した TE_{11} モード (X 軸方向に沿った TE_{11} モード) の他に、例えば Y 軸方向に沿った電界成分をもつ TE_{11} モードが励起される場合でも、これらの TE_{11} モードを不要波抑制溝 5, 12 によって安定的に抑制でき、必要な伝送モードの伝送効率をより高めることができる。

【0059】

次に、図 7 ないし図 11 は本発明による第 3 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、導波管変換装置を複数の部品によって形成する構成としたことにある。

【0060】

21 は導波管変換装置で、該導波管変換装置 21 は、第 1 の実施の形態とほぼ同様に、後述の方形導波管 22、円形導波管 26、不要波抑制溝 27 等により構成されている。この場合、導波管 22, 26 はそれぞれ別部品として形成されている。

【0061】

22はX軸方向に延びて形成された方形導波管で、該方形導波管22は、図8、図9に示す如く、例えば細長い四角形状の金属材料等からなる導波管部品23と、後述の蓋体25とを組立てることにより形成されている。

【0062】

ここで、導波管部品23には、四角形の横断面形状をもってX軸方向に直線状に延びる長溝24が形成され、該長溝24は、円形導波管26と衝合される導波管部品23の衝合面(図7中の上面)に開口している。そして、長溝24は、底面24Aと、左、右の側面24Bと、長溝24の長さ方向の一端側を閉塞する端面24Cとを有している。

【0063】

また、長溝24の端面24C側の角隅は、図10に示す如く、例えば導波管部品23の加工性等を高めるために丸みをもって形成された凹湾曲面部24Dとなっている。さらに、導波管部品23には、後述の不要波抑制溝27が形成されている。

【0064】

25は例えば金属板等により形成された蓋体で、該蓋体25は、円形導波管26と一緒に導波管部品23の長溝24を施蓋し、これによって方形導波管22を形成するものである。この場合、蓋体25は板材に限らず、また円形導波管26と一体に形成してもよい。

【0065】

26は例えば金属材料等により形成された円形導波管で、該円形導波管26には、円形の横断面形状をもってZ軸方向に直線状に延びる円形孔26Aが形成され、この円形孔26Aは軸線O-Oを有している。

【0066】

そして、円形導波管26は、蓋体25と共に導波管部品23の上面に衝合して組付けられ、円形孔26Aと後述の不要波抑制溝27とが対面する所定の位置に固定されている。この状態で、円形導波管26は、方形導波管22(長溝24)の端部側に接続され、方形導波管22と垂直に延びている。

【0067】

27は方形導波管22と円形導波管26との接続部に設けられた不要波抑制溝で、該不要波抑制溝27は、図8、図10に示す如く、第1の実施の形態とほぼ同様に、例えば略コ字状に延びる長溝からなり、導波管部品23の長溝24の底面24Aと左、右の側面24Bとに沿って延設されている。この場合、不要波抑制溝27は、導波管22、26のうち方形導波管22のみに配置されているものである。

【0068】

そして、不要波抑制溝27は、円形導波管26の軸線O-Oに対応する位置でY軸方向に延びて形成され、その長さLは、第1の実施の形態で示した前記数1の式を満たすように設定されている。

【0069】

また、不要波抑制溝27は、長溝24の端部側で底面24Aに沿ってY軸方向に延びる横溝28と、該横溝28の両端部からL状に屈曲し、長溝24の左、右の側面24Bに沿ってZ軸方向に延びる左、右の縦溝29、29とが形成されている。そして、横溝28は、例えば四角形の横断面形状をもって形成され、長溝24の底面24Aに対して窪んだ底面28Aを有している。

【0070】

また、左、右の縦溝29は、例えば略U字状の横断面形状をもって形成され、その底面は、長溝24の側面24Bに対して窪んだ凹湾曲面部29Aとなっている。この場合、縦溝29のZ軸方向の端部側は、導波管部品23の衝合面で円形導波管26によって閉塞されている。

【0071】

そして、不要波抑制溝27は、第1の実施の形態とほぼ同様に、方形導波管22から円形導波管26に高周波信号を伝送するときに、例えばTE₁₁モード等の不要な伝送モードに対して横溝28の底面28Aが短絡端となることにより、この不要な伝送モードが円

形導波管 26 内に励起されるのを抑制するものである。

【0072】

次に、図 11 を参照しつつ、導波管変換装置 21 による高周波信号の伝送特性について説明する。ここで、図 11 中に実線で示す特性線は、伝送特性をシミュレーション演算した結果であり、この演算時の設定条件としては、図 8、図 10 に示す如く、例えば方形導波管 22 の幅 $W = 2.54 \text{ mm}$ 、高さ $H = 1.27 \text{ mm}$ 、長溝 24 の凹湾曲面部 24D の曲率半径 $R = 0.5 \text{ mm}$ 、円形導波管 26 の直径 $D = 3.5 \text{ mm}$ 、円形導波管 26 の中心 O と方形導波管 22 の短絡面（長溝 24 の端面 24C）との間の距離 $d = 1.55 \text{ mm}$ として設定している。また、不要波抑制溝 27 としては、その長さ $L = 5.14 \text{ mm}$ 、溝幅 $A = 1.00 \text{ mm}$ 、横溝 28 の深さ $h = 0.4 \text{ mm}$ として設定している。

【0073】

一方、図 11 中に仮想線で示す特性線は、第 1 の実施の形態で比較例として記載した導波管変換装置 1'（図 4 参照）について、同様のシミュレーション演算を行った結果である。

【0074】

この比較例の特性線から判るように、導波管変換装置 1' による伝送モードの変換時には、不要な TE_{11} モードが励起されることにより、例えば -10 dB 程度の高いレベルの変換損失が広い周波数帯にわたって生じる。また、変換部における反射損失も、ある程度生じている。

【0075】

これに対し、本実施の形態では、不要波抑制溝 27 の寸法、形状、配置等を適切に設定することにより、反射損失を比較例とほぼ同程度の低いレベルに留めつつ、不要な TE_{11} モードへの変換損失を小さく抑えることができる。

【0076】

特に、導波管変換装置 21 で使用する例えば $75 \sim 78 \text{ GHz}$ 程度の周波数では、不要波抑制溝 27 によって TE_{11} モードへの変換損失を十分に小さくすることができ、方形導波管 22 内を伝わる TE_{10} モードの電磁波を、円形導波管 26 内で TM_{01} モードの電磁波へと効率よく変換することができる。

【0077】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、本実施の形態では、導波管変換装置 21 を、導波管部品 23、蓋体 25、円形導波管 26 等を組立てることにより構成したので、導波管 22、26、不要波抑制溝 27 等が複雑な形状をもつ場合でも、これらを複数の部品に分割して容易に形成でき、各部品を組立てることにより導波管変換装置 21 を効率よく製造することができる。

【0078】

この場合、不要波抑制溝 27 の横溝 28 と縦溝 29 とを方形導波管 22（導波管部品 23）側のみに設けたので、円形導波管 26 側の形状、構造を簡略化でき、これを容易に形成することができる。

【0079】

また、導波管部品 23 には、例えば不要な TE_{11} モードの抑制効果に影響のない範囲で長溝 24 や縦溝 29 に凹湾曲面部 24D、29A 等を形成したので、生産性を高めることができる。

【0080】

次に、図 12 及び図 13 は本発明による第 4 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、不要波抑制溝を方形導波管に設けることなく、円形導波管のみに設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第 3 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0081】

31 は導波管変換装置で、該導波管変換装置 31 は、第 3 の実施の形態とほぼ同様に、

後述の方形導波管 32、円形導波管 35、不要波抑制溝 36 等により構成され、導波管 32、35 はそれぞれ別部品として形成されている。

【0082】

32 は方形導波管で、該方形導波管 32 は、図 12、図 13 に示す如く、第 3 の実施の形態とほぼ同様に、導波管部品 33 と、蓋体 25 とを組立てることにより形成され、導波管部品 33 には、底面 34A、左、右の側面 34B、端面 34C 等を有する長溝 34 が設けられている。

【0083】

35 は例えば金属材料等により形成された円形導波管で、該円形導波管 35 には、第 3 の実施の形態とほぼ同様に、Z 軸方向に延びる軸線 O-O に沿って円形孔 35A が形成されているものの、その径方向両側の周壁には、後述の不要波抑制溝 36 が設けられている。

【0084】

36 は方形導波管 32 と円形導波管 35 との接続部に設けられた例えば 2 個の不要波抑制溝で、該各不要波抑制溝 36 は、例えば略 U 字状の横断面形状をもって形成され、Z 軸方向に延びている。この場合、不要波抑制溝 36 は、導波管 32、35 のうち円形導波管 35 のみに形成され、その端部側は、円形導波管 35 の衝合面で導波管部品 33 によって閉塞されている。

【0085】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1、第 3 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、本実施の形態では、不要波抑制溝 36 を円形導波管 35 のみに設ける構成としたので、方形導波管 32（導波管部品 33）側の形状、構造を簡略化でき、これを容易に形成することができる。

【0086】

次に、図 14 及び図 15 は本発明による第 5 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、方形導波管と円形導波管との間に位置合わせ部を設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第 3 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0087】

41 は導波管変換装置で、該導波管変換装置 41 は、第 3 の実施の形態とほぼ同様に、方形導波管 22、円形導波管 42、不要波抑制溝 27 等により構成され、導波管 22、42 はそれぞれ別部品として形成されている。

【0088】

ここで、円形導波管 42 は、例えば四角形状の金属材料等からなり、その内部には、軸線 O-O を有する円形孔 42A が Z 軸方向に延びて形成されている。また、導波管部品 23 と衝合される円形導波管 42 の衝合面には、後述の嵌合突起 43 が設けられている。

【0089】

43 は円形導波管 42 に設けられた位置合わせ部としての例えば 2 箇所の嵌合突起で、該各嵌合突起 43 は、例えば円形導波管 42 の円形孔 42A の径方向両側に配置され、導波管部品 23 の各縦溝 29 に向けて Z 軸方向に突出している。この場合、嵌合突起 43 は、例えば縦溝 29 とほぼ等しい略 U 字状の横断面形状を有している。

【0090】

そして、嵌合突起 43 は、図 15 に示す如く、導波管部品 23 と円形導波管 42 とを衝合して導波管 22、42 を接続するときに、不要波抑制溝 27 の縦溝 29 の一部に挿嵌され、これによって方形導波管 22 と円形導波管 42 とを位置合わせするものである。

【0091】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1、第 3 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、本実施の形態では、円形導波管 42 に嵌合突起 43 を設ける構成としたので、方形導波管 22 と円形導波管 42 とを接続するときには、導波管部品 23 の縦溝 29 の一部に対して円形導波管 42 の嵌合突起 43 を挿嵌する

ことができ、これによって導波管 22, 42 を正確に位置合わせすることができる。

【0092】

従って、不要波抑制溝 27 の一部を利用して高い寸法精度の導波管変換装置 41 を容易に形成でき、不要な伝送モードに対する抑制効果をより高めることができる。

【0093】

次に、図 16 は本発明による第 6 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、導波管ロータリージョイントに適用したことにある。

【0094】

51 は導波管ロータリージョイントで、該導波管ロータリージョイント 51 は、後述のジョイント部品 52, 57、導波管変換装置 53, 58 等により構成されている。そして、導波管ロータリージョイント 51 は、導波管変換装置 53, 58 を相対回転可能に接続しつつ、これらの間で高周波信号を良好に伝送するものである。

【0095】

52 は導波管ロータリージョイント 51 を構成する一方のジョイント部品で、該ジョイント部品 52 は、例えば金属材料等からなり、その内部には導波管変換装置 53 が設けられている。この場合、導波管変換装置 53 は、前記第 3 の実施の形態とほぼ同様に、方形導波管 54、円形導波管 55、不要波抑制溝 56 等により構成されている。

【0096】

57 は導波管ロータリージョイント 51 を構成する他方のジョイント部品で、該ジョイント部品 57 は、例えば金属材料等からなり、その内部には導波管変換装置 58 が設けられている。この場合、導波管変換装置 58 は、一方の導波管変換装置 53 とほぼ同様に、方形導波管 59、円形導波管 60、不要波抑制溝 61 等により構成されている。

【0097】

そして、ジョイント部品 52, 57 は、円形導波管 55, 60 を同軸上に配置した状態で微小なギャップをもって衝合され、円形導波管 55, 60 の軸線 O-O を中心として回転可能に接続されている。この場合、例えばジョイント部品 52 には、円形導波管 55 を径方向外側から取囲む環状の隙間が設けられ、この隙間は電磁波の漏れを防ぐチョーク 62 として構成されている。

【0098】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1, 第 3 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、本実施の形態では、導波管変換装置 53, 58 を用いて導波管ロータリージョイント 51 を構成したので、各導波管変換装置 53, 58 の円形導波管 55, 60 を同軸上に配置して回転可能に接続でき、これらの円形導波管 55, 60 は、不要波抑制溝 56, 61 によって個々の方形導波管 54, 59 との間で信号の伝送モードを良好に変換することができる。

【0099】

この場合、円形導波管 55, 60 内を伝播する TM_{01} モードは、その電界成分が該各導波管 55, 60 の軸線（回転中心）に対して対称となっているので、これらが軸線 O-O を中心として相対回転したとしても、各導波管 55, 60 の間で TM_{01} モードを安定的に伝送することができる。

【0100】

従って、各導波管変換装置 53, 58 の方形導波管 54, 59 は互いに相対回転しつつ、両者間で高周波信号を円滑に伝送することができ、信号の伝送損失が少なく、汎用性の高い導波管ロータリージョイント 51 を実現することができる。

【0101】

次に、図 17 は本発明による第 7 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、ロータリー型のアンテナ装置に適用したことにある。なお、本実施の形態では、前記第 6 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0102】

71 はロータリー型のアンテナ装置で、該アンテナ装置 71 は、第 6 の実施の形態とほ

は同様に、ジョイント部品 52', 57、導波管変換装置 53, 58 等により構成されている。そして、ジョイント部品 52' には、方形導波管 54'、円形導波管 55、不要波抑制溝 56 等からなる導波管変換装置 53 が設けられている。しかし、方形導波管 54' には、円形導波管 55 と反対側に位置する端部に後述の放射器 72 が接続されている。

【0103】

72 はジョイント部品 52' に設けられた無線通信用の放射器で、該放射器 72 は、方形導波管 54' の端部から外部の空間に向けて略円錐状または角錐状に開口する開口部として形成されている。そして、放射器 72 は、方形導波管 54' 内を伝わる電磁波（電波）を外部に送信したり、外部から方形導波管 54' 内に電波を受信するものである。

【0104】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1, 第 3, 第 6 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、本実施の形態では、導波管変換装置 53, 58 を用いてアンテナ装置 71 を構成したので、例えば一方のジョイント部品 57 を固定し、他方のジョイント部品 52 を回転させることにより、放射器 72 を他方の方形導波管 59 に対して回転させることができ、この状態で一方の放射器 72 と他方の方形導波管 59 とを、円形導波管 55, 60、不要波抑制溝 56, 61 等によって安定的に接続することができる。

【0105】

従って、例えば放射器 72 の指向性を回転方向に変化させつつ、他方の方形導波管 59 によって無線の送信、受信を円滑に行うことができ、信号の伝送損失が少なく、汎用性の高い回転型のアンテナ装置 71 を実現することができる。

【0106】

なお、前記第 1 の実施の形態では、不要波抑制溝 5 を方形導波管 2 の管壁 2B, 2C, 2D と円形導波管 4 の管壁 4A とに沿って配置する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば図 18 に示す第 1 の変形例のように構成してもよい。この場合、不要波抑制溝 5' は、第 1 の実施の形態の縦溝 7 の一部のみを用いて形成され、方形導波管 2 の左、右の管壁 2C, 2D に沿って延びている。

【0107】

また、本発明は、例えば図 19 に示す第 2 の変形例のように構成してもよい。この場合、不要波抑制溝 5'' は、第 1 の実施の形態の横溝 6 のみを用いて形成され、方形導波管 2 の下側の管壁 2B に沿って延びている。

【0108】

また、第 3 の実施の形態では、導波管部品 23 の長溝 24 と縦溝 29 に凹湾曲面部 24D, 29A を設ける構成とした。しかし、本発明では、導波管部品の生産性等を高めるために、例えば図 20 に示す第 3 の変形例のように構成してもよい。この場合、導波管部品 81 の衝合面に開口する縦溝 82 は、その開口側よりも底面 82A 側で溝幅が狭くなるように形成され、縦溝 82 の各側面 82B は、互いに角度 α だけ傾斜した状態で対向している。また、縦溝 82 の開口端には、例えば凸湾曲状または平面状の面取り部 82C が形成されている。これにより、例えば導波管部品 81 をプレス加工、鋳造等によって成形するときには、成型型からの抜け性を良くすることができる。

【0109】

また、第 5 の実施の形態では、導波管変換装置 41 の位置合わせ部として円形導波管 42 に嵌合突起 43 を設ける構成とした。しかし、本発明の位置合わせ部としては、例えば導波管部品及び円形導波管と別部品の位置合わせピン等を用いてもよく、この位置合わせピンを、例えば導波管部品と円形導波管とにそれぞれ挿嵌することによって両者を位置合わせする構成としてもよい。

【0110】

さらに、第 6, 第 7 の実施の形態では、第 3 の実施の形態とほぼ同様の導波管変換装置 53, 58 を用いる構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば第 1, 第 2, 第 4, 第 5 の実施の形態による導波管変換装置 1, 11, 31, 41 を用いて導波管ロータ

リージョイント、アンテナ装置等を構成してもよいのは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】本発明の第1の実施の形態による導波管変換装置を示す斜視図である。

【図2】導波管変換装置を図1中の矢示II-II方向からみた断面図である。

【図3】導波管変換装置を図1中の矢示III-III方向からみた断面図である。

【図4】不要波抑制溝を設けない場合の信号の伝送状態を比較例として示す斜視図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態による導波管変換装置を示す斜視図である。

【図6】導波管変換装置を図5中の矢示VI-VI方向からみた断面図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態による導波管変換装置を示す斜視図である。

【図8】導波管変換装置を図7中の矢示VIII-VIII方向からみた断面図である。

【図9】方形導波管と円形導波管とを組立てる前の状態で示す分解斜視図である。

【図10】方形導波管を単体で示す平面図である。

【図11】導波管変換装置によるモード変換時の変換損失と反射損失とを示す特性線図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態による導波管変換装置を示す斜視図である。

【図13】導波管変換装置を図12中の矢示XIII-XIII方向からみた断面図である。

【図14】本発明の第5の実施の形態による導波管変換装置を組立てる前の状態で示す分解斜視図である。

【図15】図14中の方形導波管と円形導波管とを組立てた状態を図8と同様位置からみた断面図である。

【図16】本発明の実施の形態による導波管ロータリージョイントを第6の実施の形態として示す断面図である。

【図17】本発明の実施の形態によるアンテナ装置を第7の実施の形態として示す断面図である。

【図18】本発明の第1の変形例による導波管変換装置を示す断面図である。

【図19】本発明の第2の変形例による導波管変換装置を示す断面図である。

【図20】本発明の第3の変形例による導波管変換装置を示す断面図である。

【符号の説明】

【0112】

1, 11, 21, 31, 41, 53, 58 導波管変換装置

2, 22, 32, 54, 54', 59 方形導波管

2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 4A 管壁

3 開口部

4, 26, 35, 42, 55, 60 円形導波管

5, 5', 5'', 12, 27, 36, 56, 61 不要波抑制溝

6, 13, 28 横溝

7, 14, 29 縦溝

6A, 7A, 13A, 14A, 24A, 28A, 34A 底面

23, 33 導波管部品

24, 34 長溝

24B, 34B 側面

24C, 34C 端面

24D, 29A 凹湾曲面部

25 蓋体

26A, 35A, 42A 円形孔

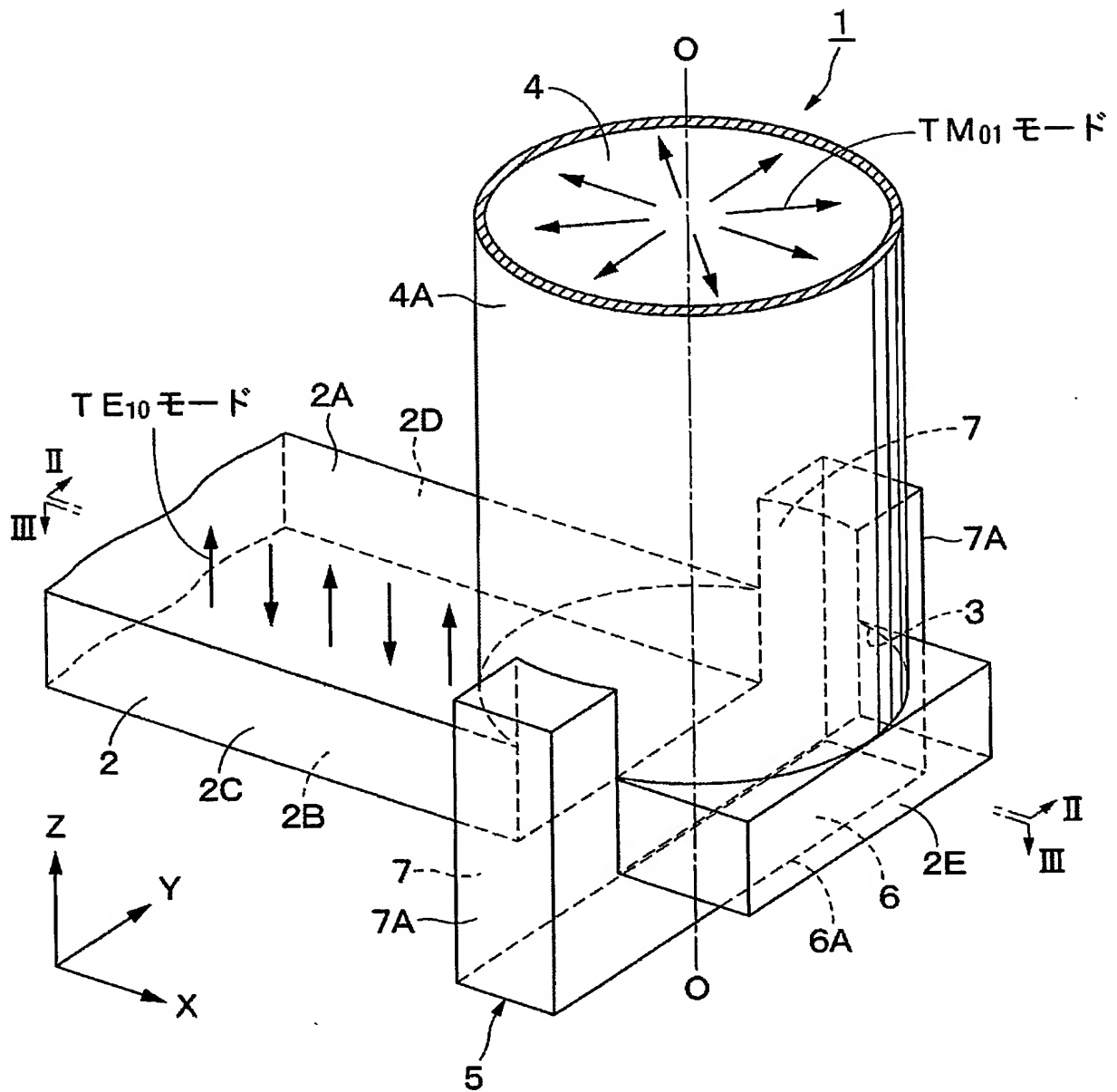
43 嵌合突起(位置合わせ部)

51 導波管ロータリージョイント

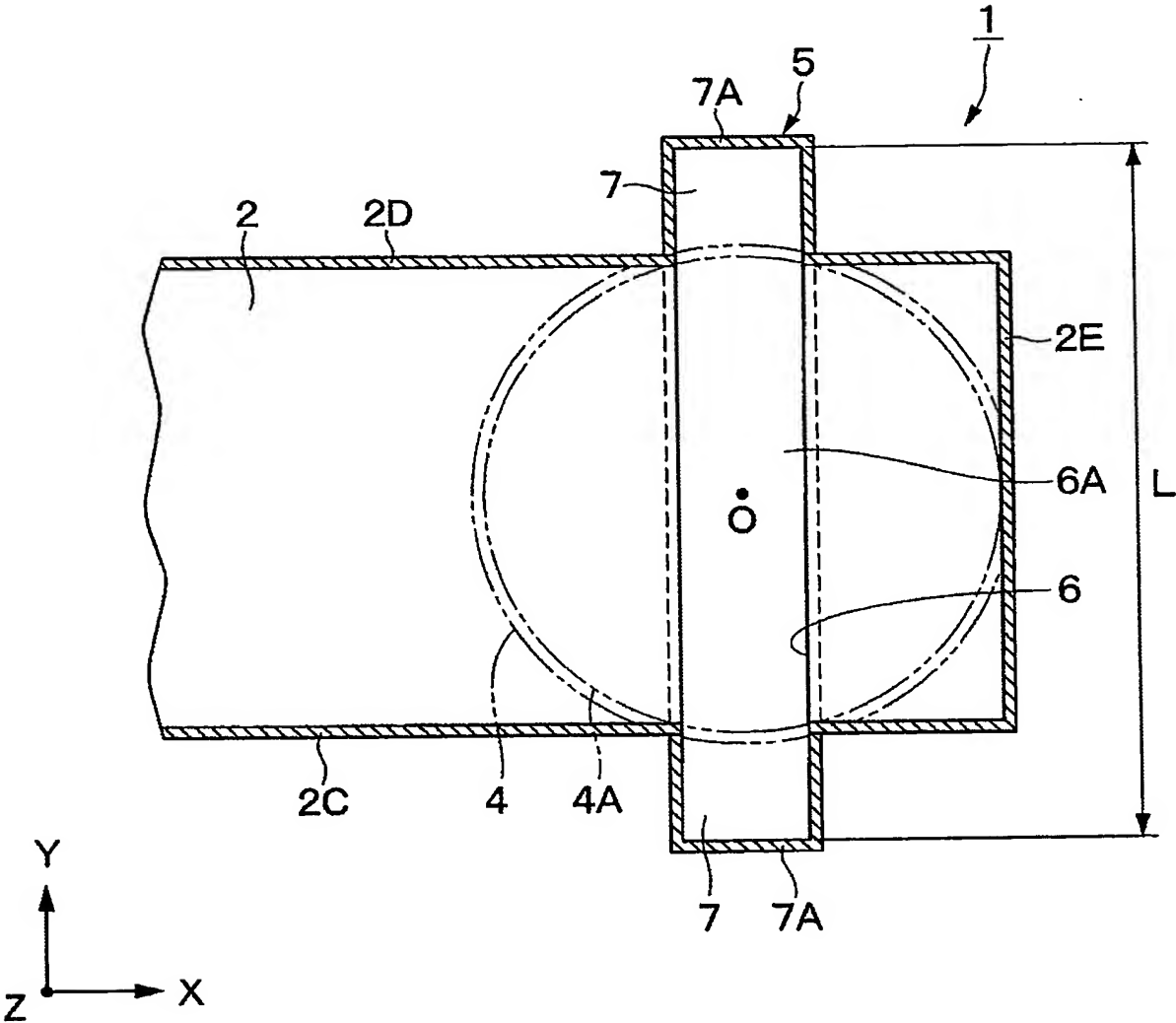
52, 52', 57 ジョイント部品

6 2 チョーク
7 1 アンテナ装置
7 2 放射器

【書類名】図面
【図 1】

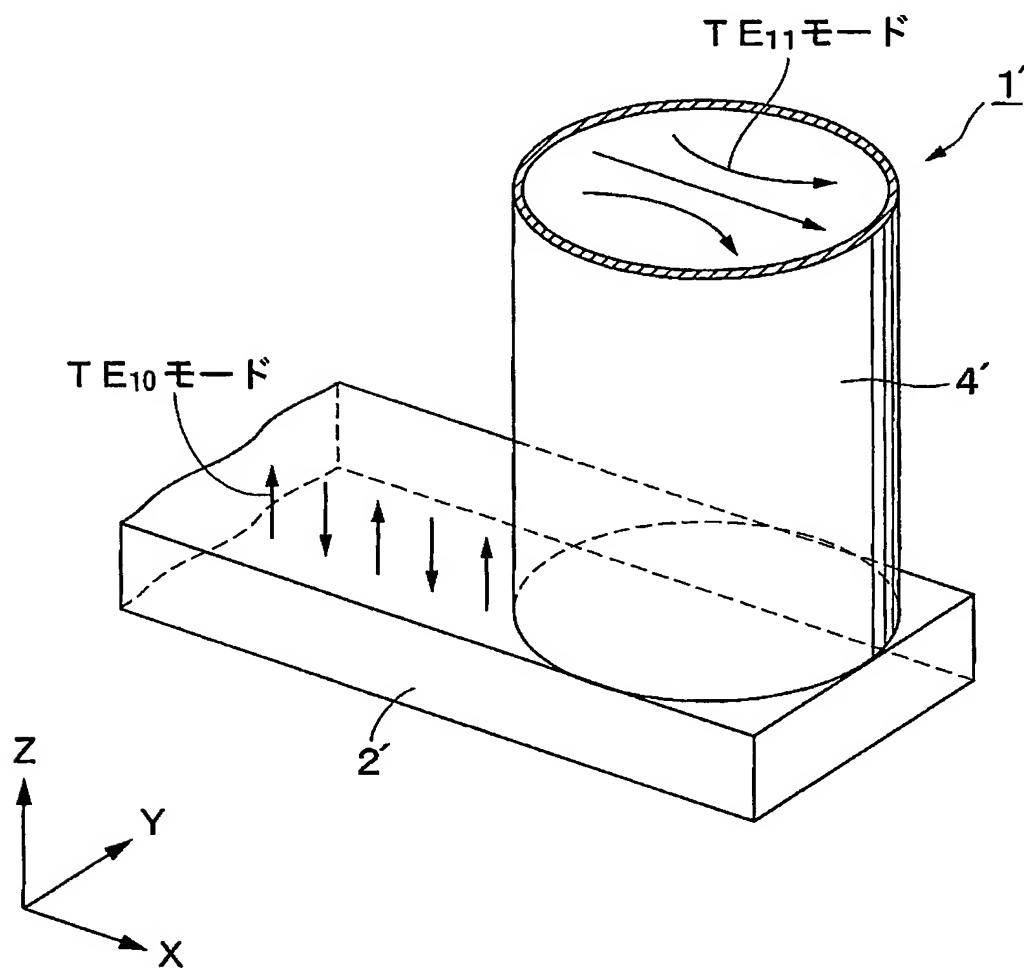


【図 3】

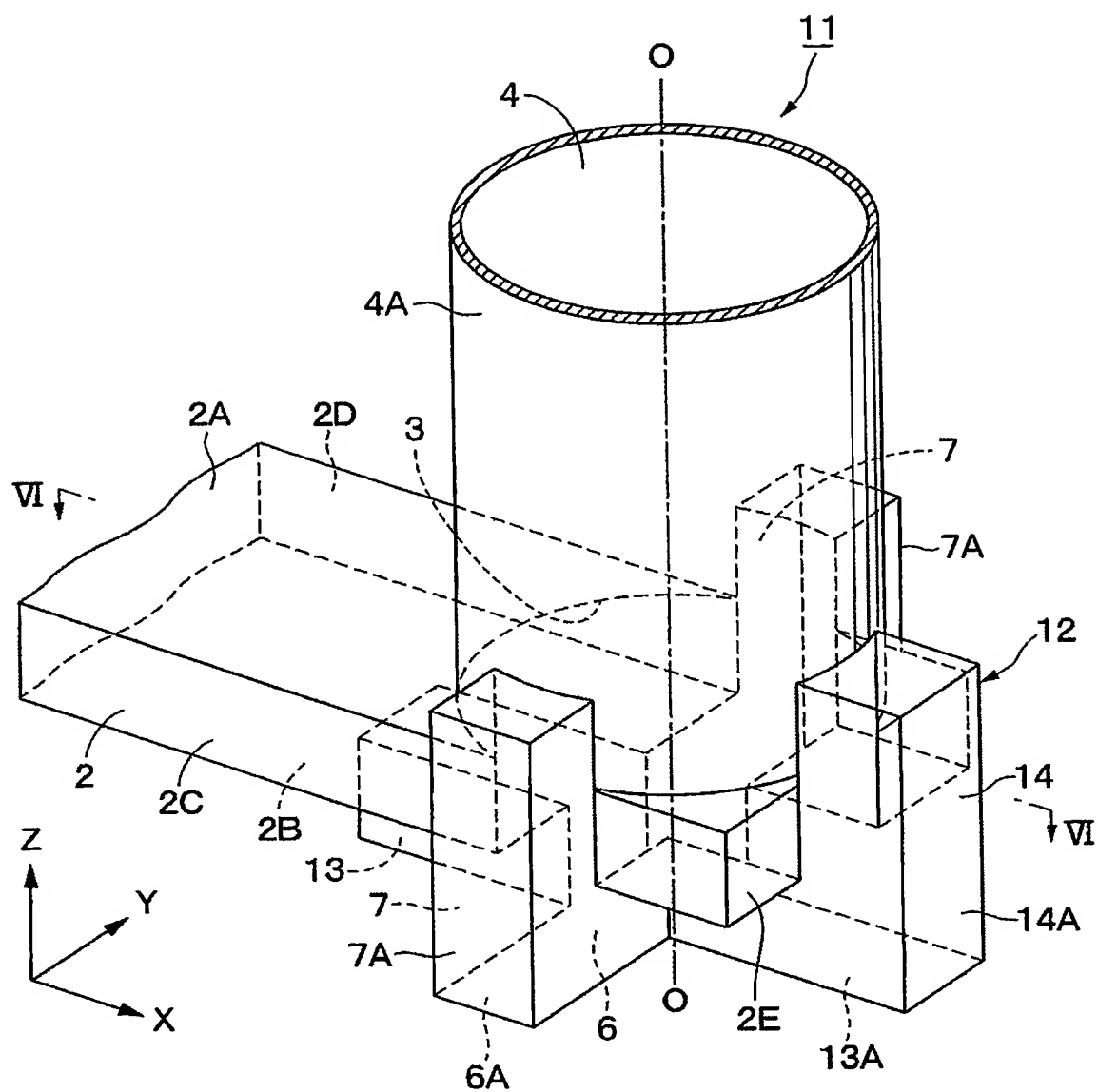


【図 4】

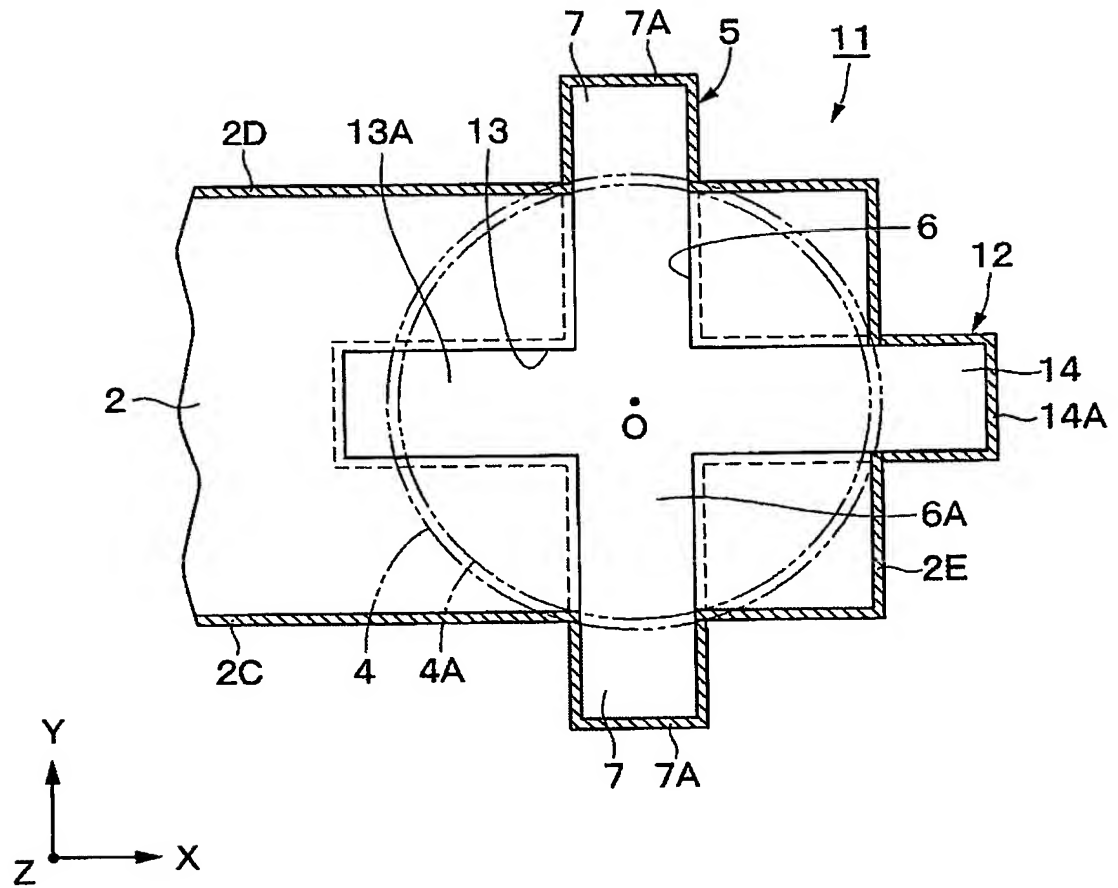
不要波抑制溝が存在しない場合を示す比較例



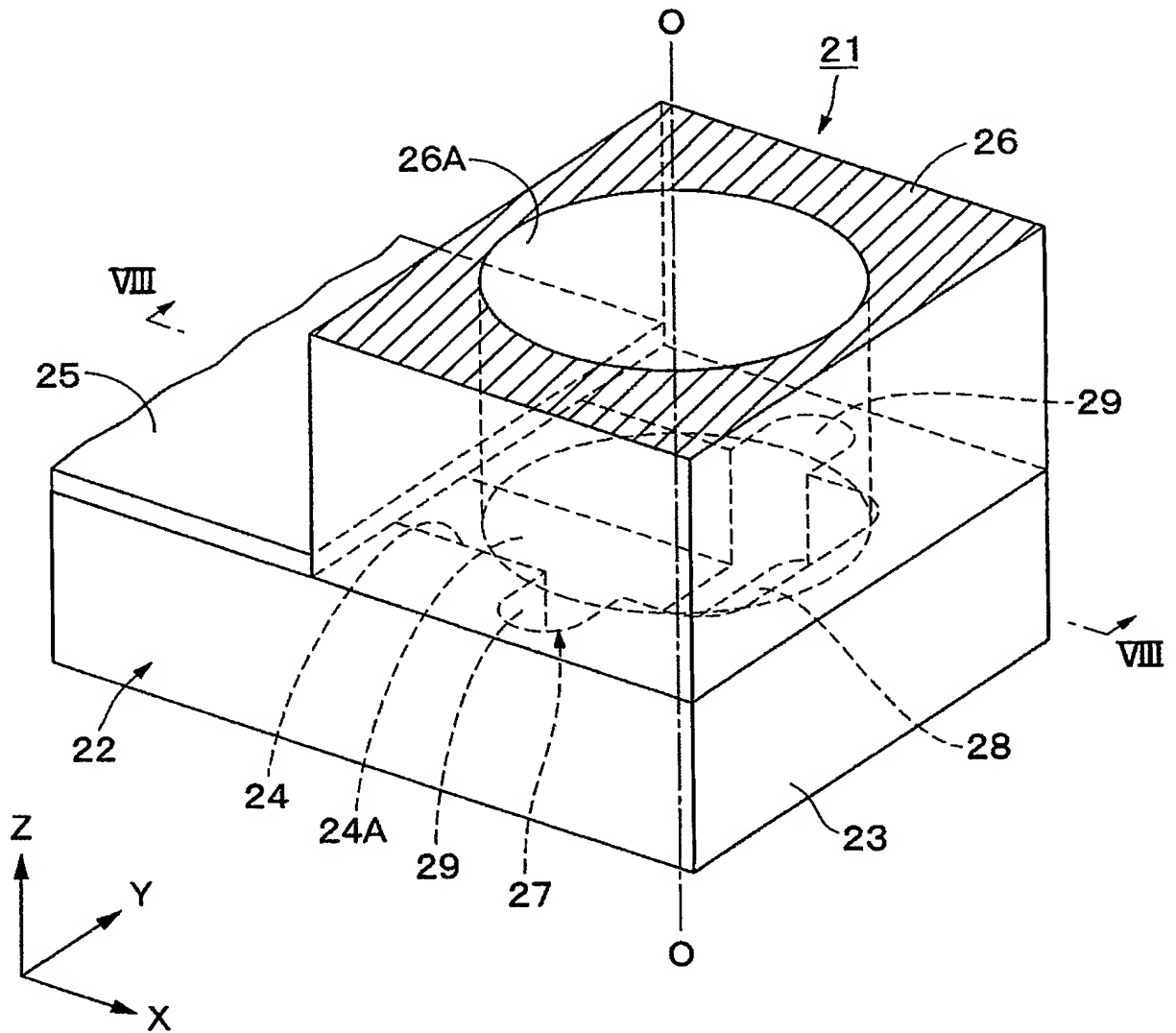
【図 5】



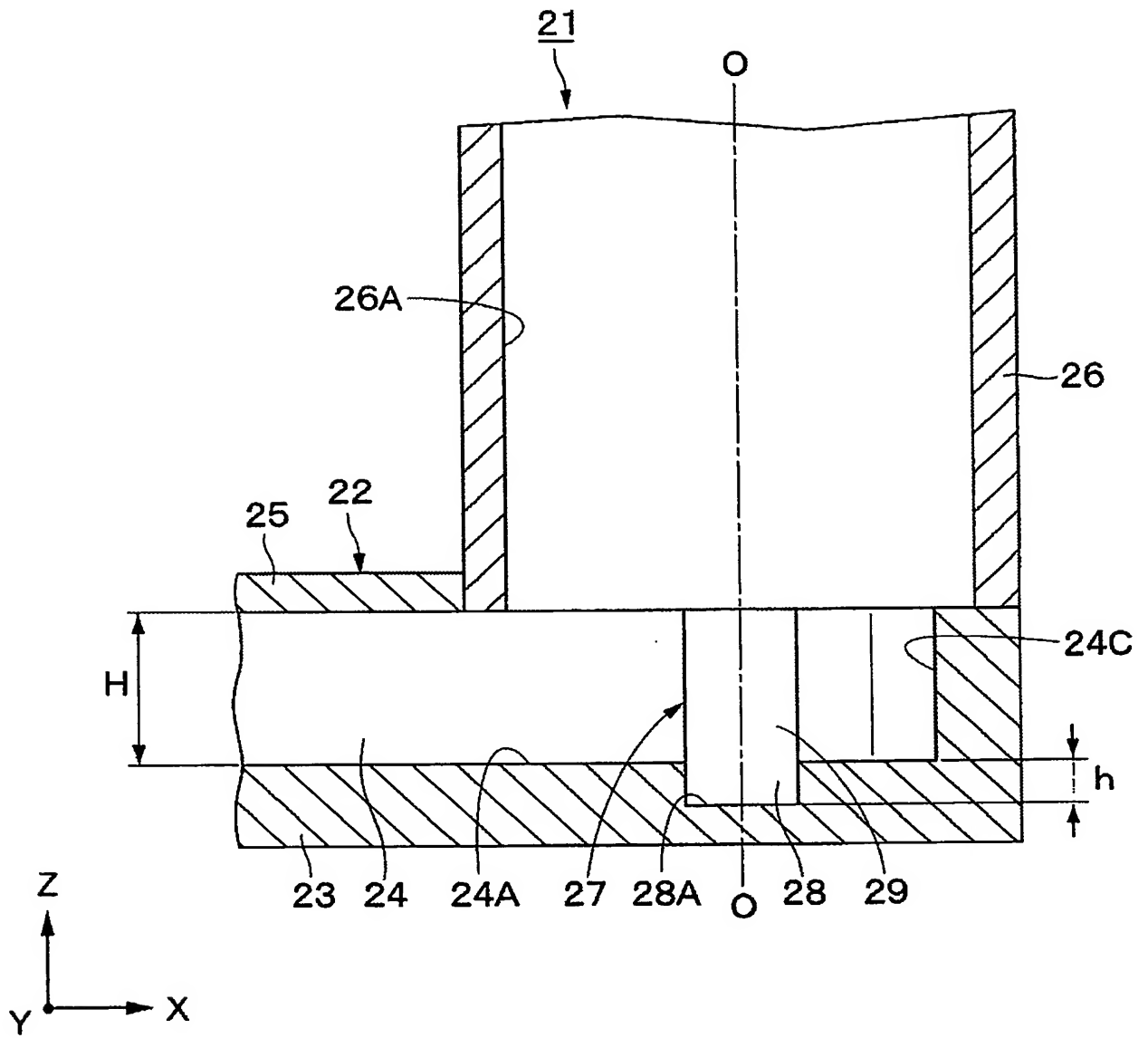
【図 6】



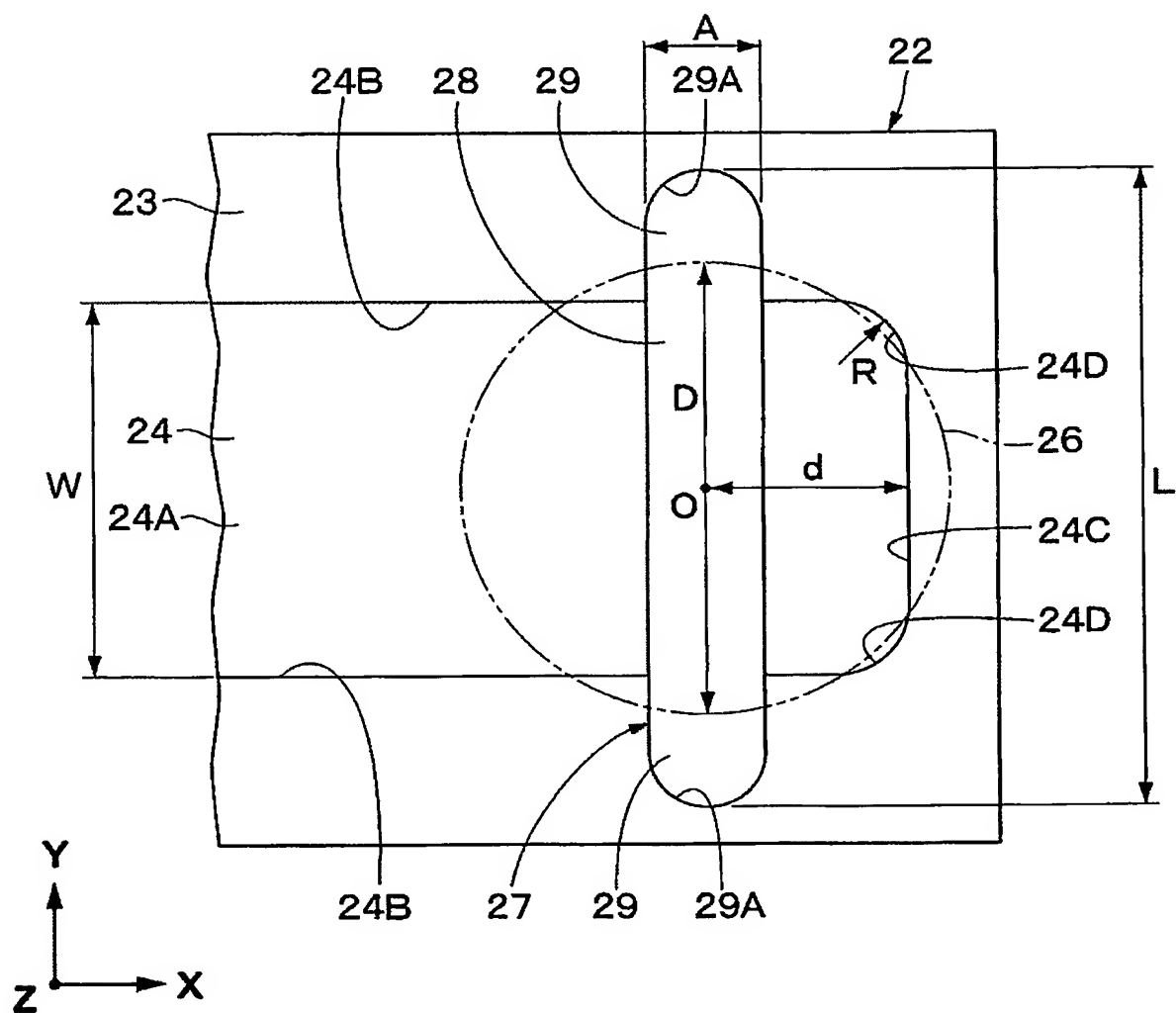
【図 7】



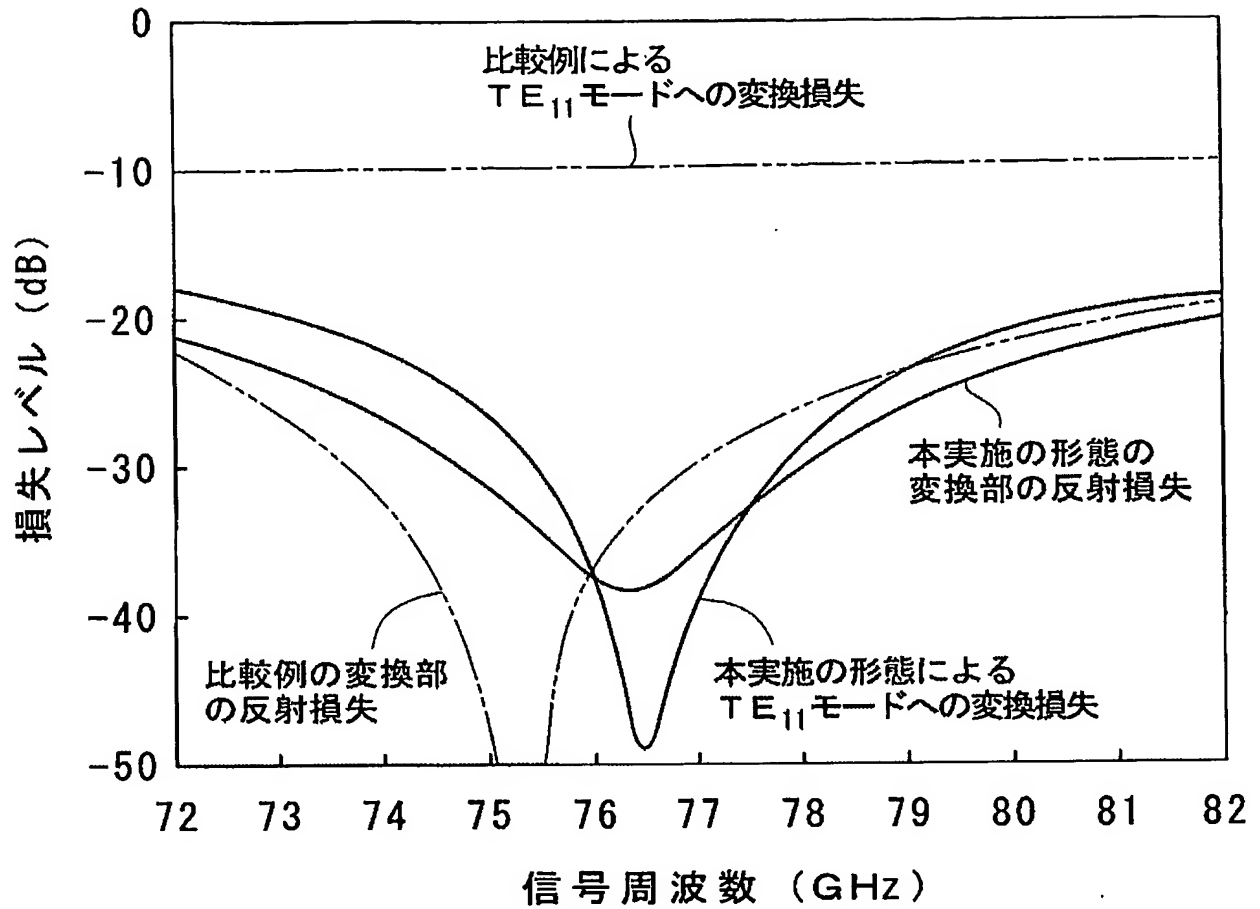
【図 8】



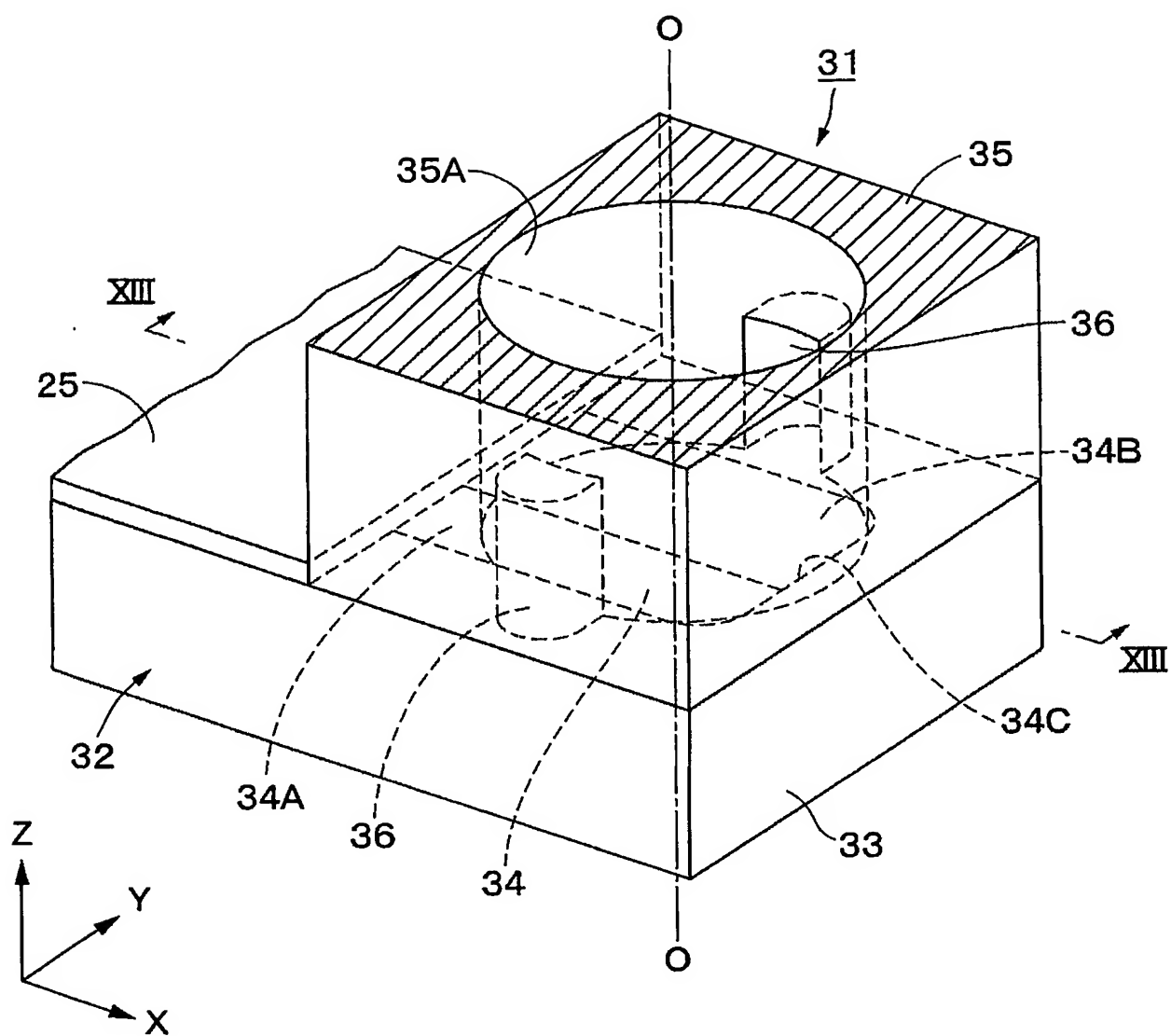
【図 10】



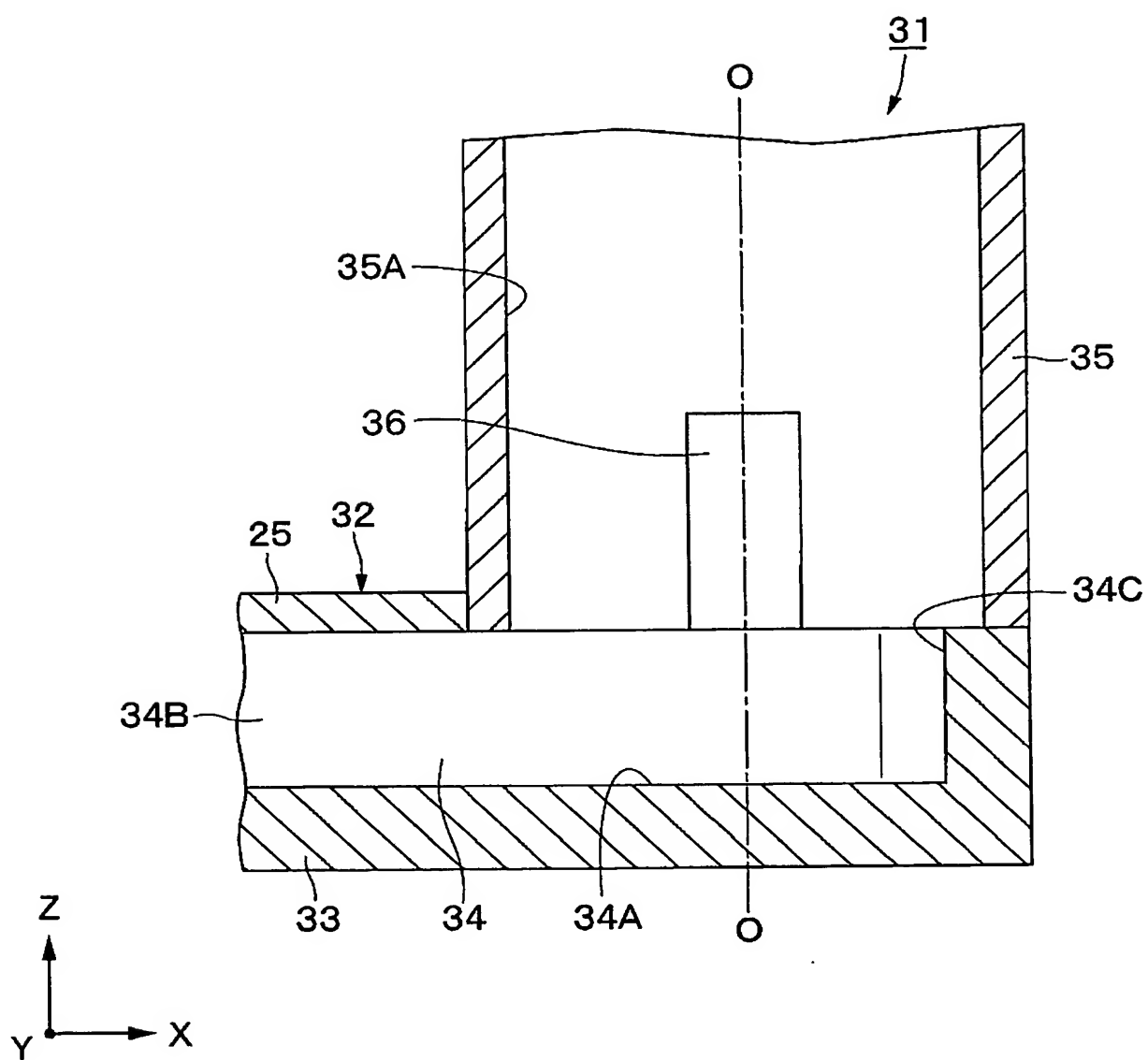
【図 11】



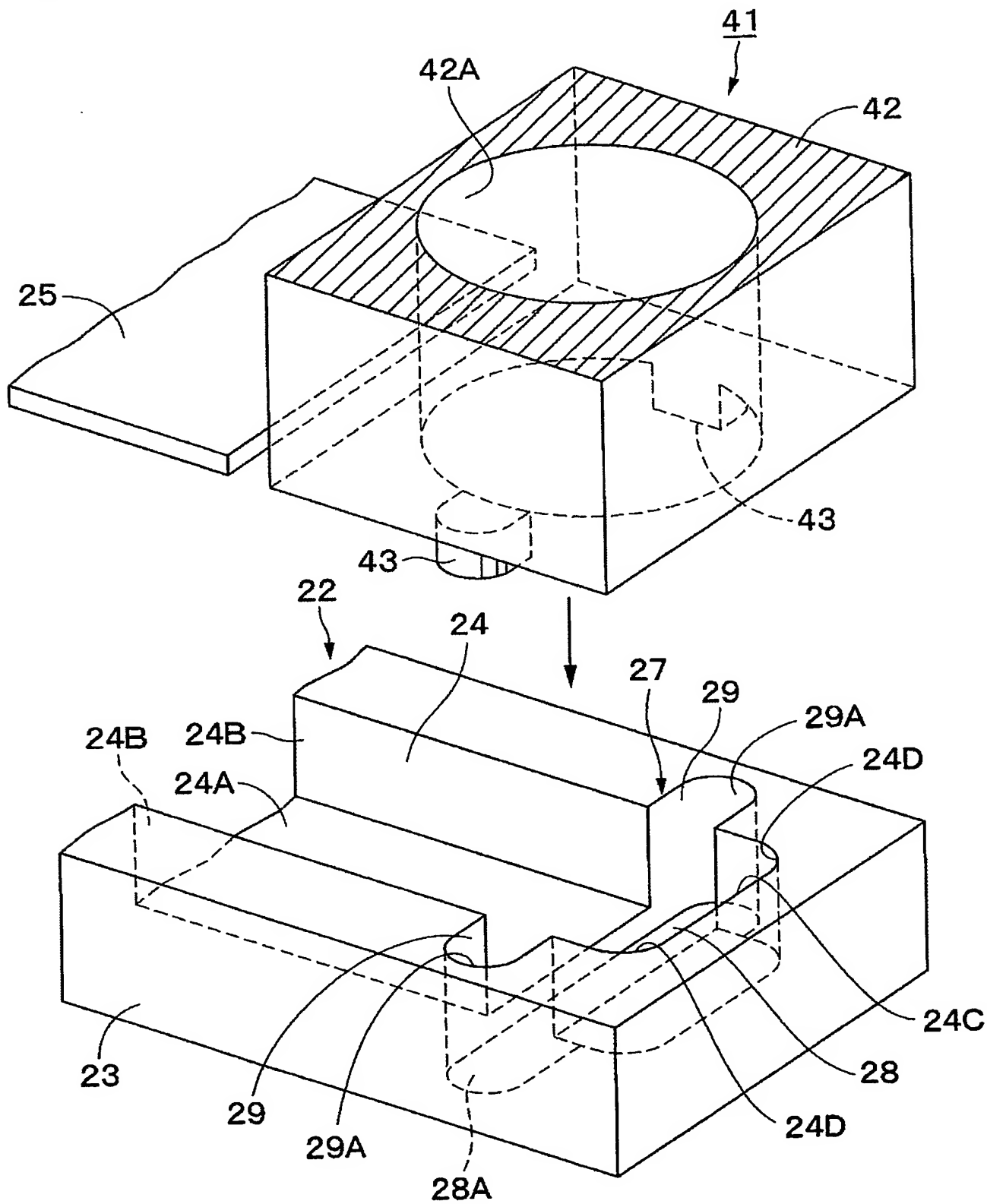
【図 12】



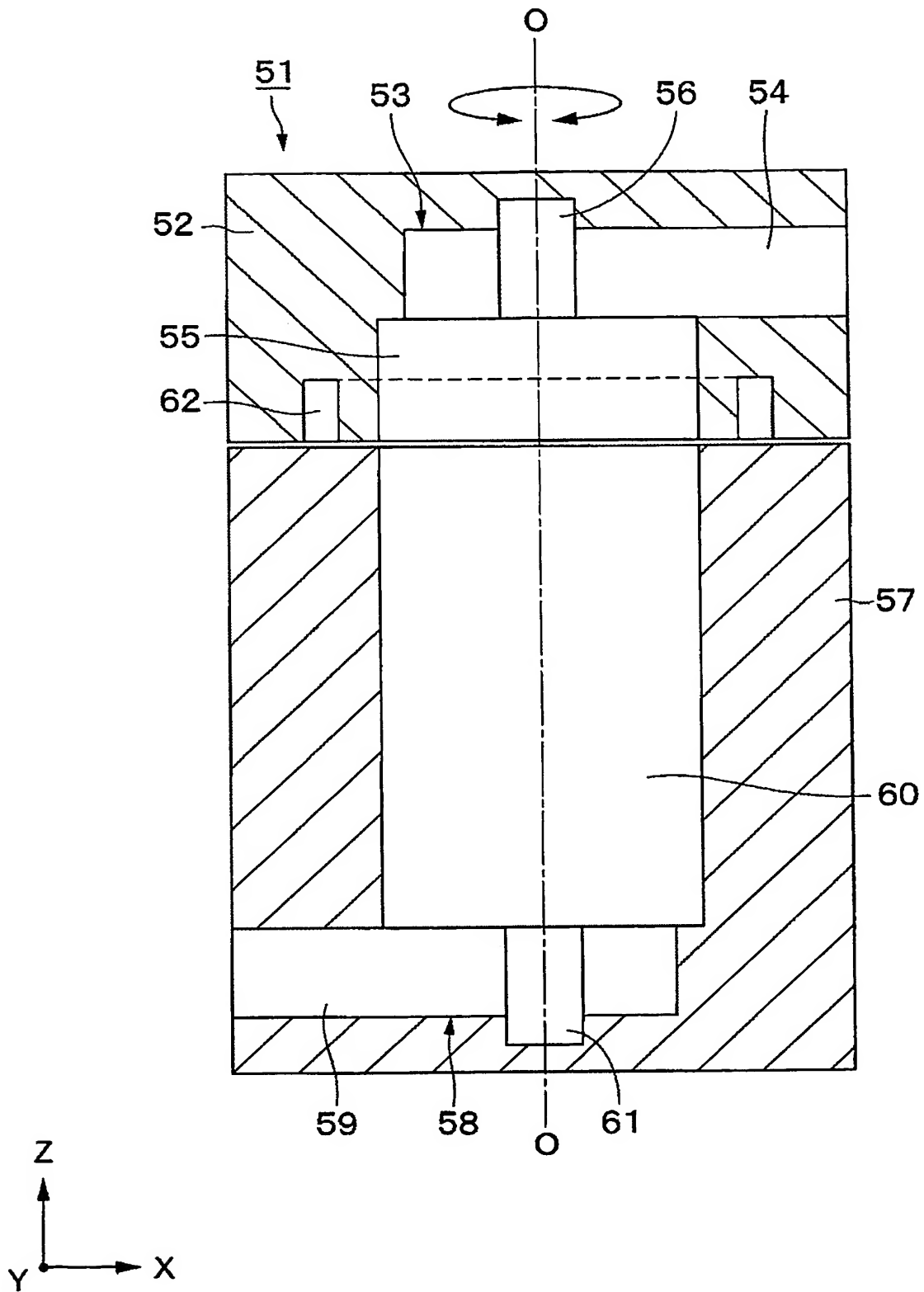
【図 13】



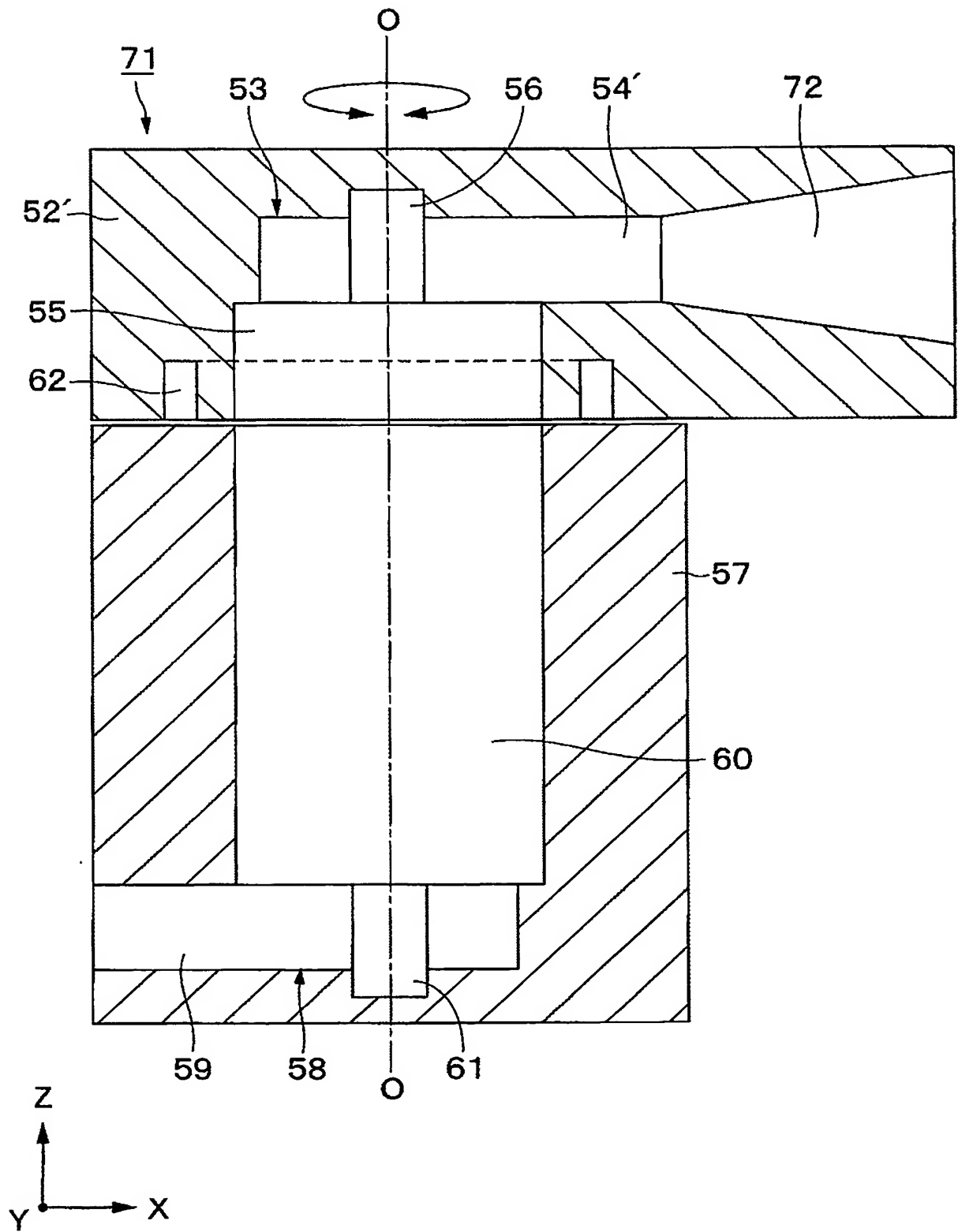
【図 14】



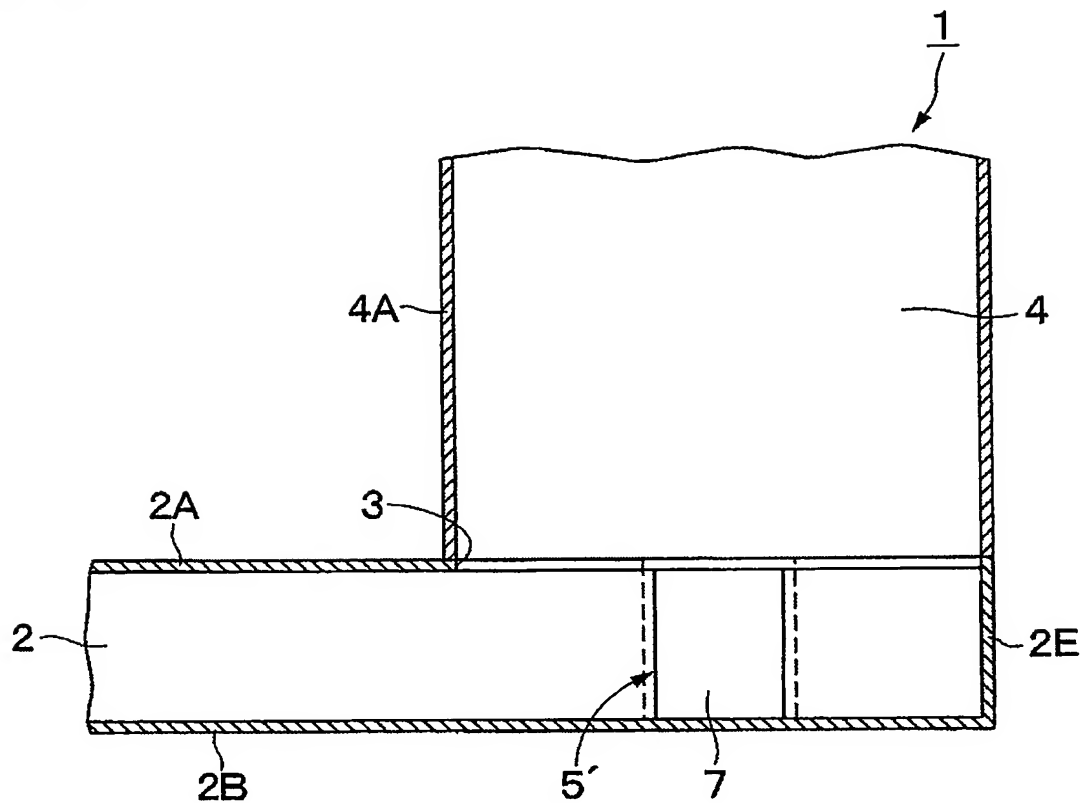
【図 16】



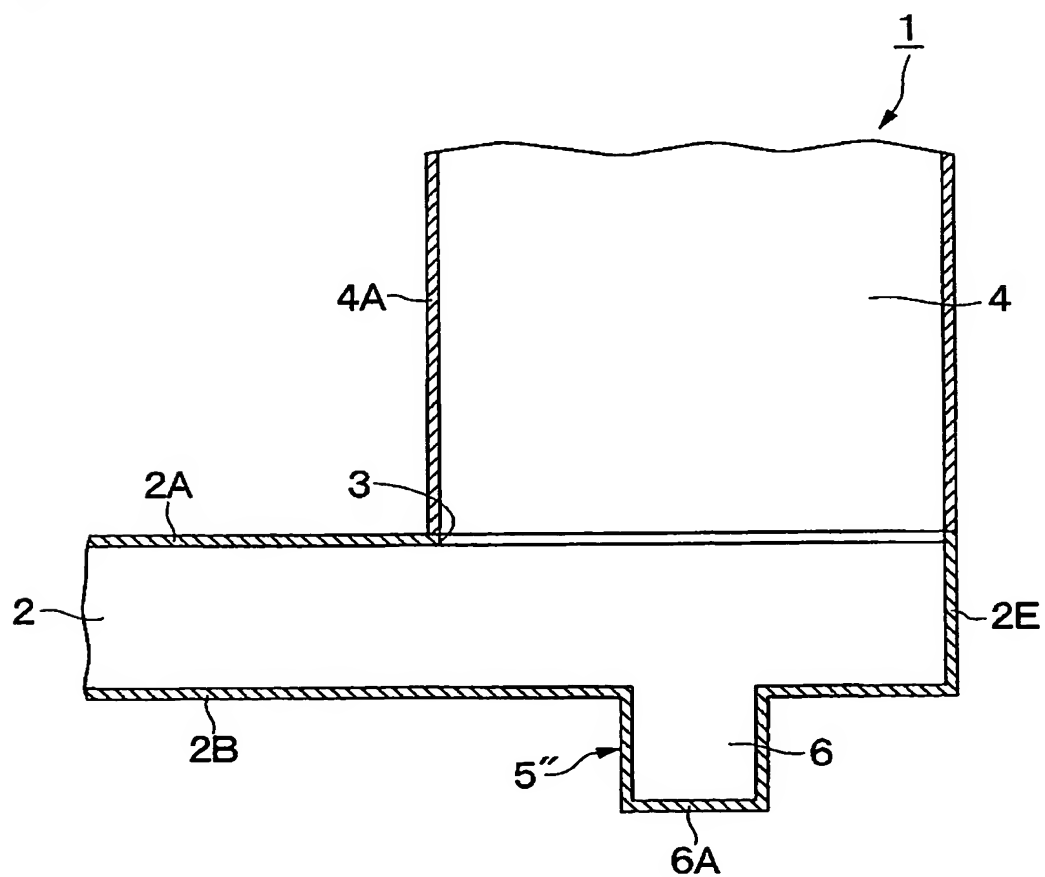
【図 17】



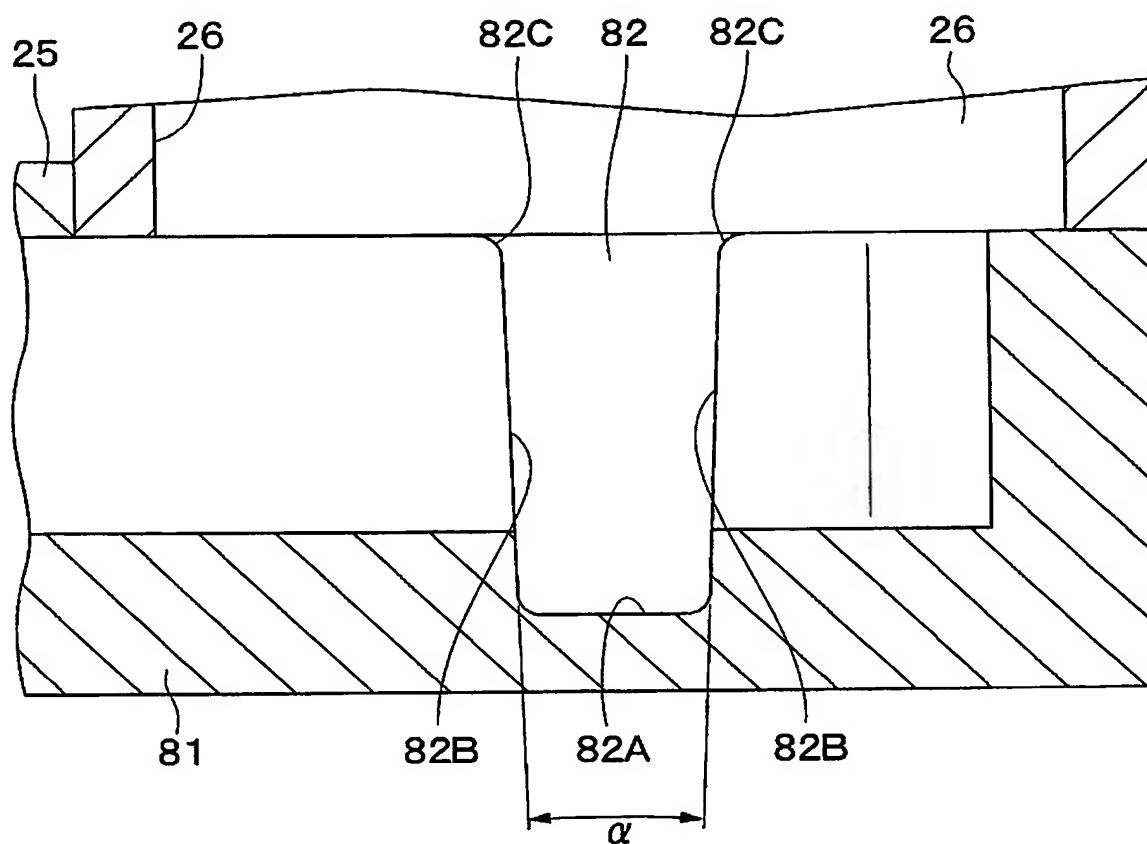
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 方形導波管と円形導波管との接続部に不要な伝送モードの励起を抑える不要波抑制溝を設けることにより、必要な伝送モードの伝送効率を高める。

【解決手段】 方形導波管 2 と円形導波管 4 とを垂直に接続し、これらの接続部には、方形導波管 2 の管壁 2 B, 2 C, 2 D と円形導波管 4 の管壁 4 A とにわたって延びる不要波抑制溝 5 を設ける。これにより、不要波抑制溝 5 は、方形導波管 2 内を伝わる TE_{10} モードの電磁波によって円形導波管 4 内で不要な TE_{11} モードが励起されるのを抑制でき、 TE_{11} モードへの変換損失を小さくすることができる。そして、円形導波管 4 内で TM_{01} モードの電磁波を効率よく励起でき、導波管 2, 4 の間で信号を安定的に伝送することができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 6 4 9 6 2
受付番号	5 0 3 0 1 7 6 9 3 1 4
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 1 0 月 2 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年10月24日

特願 2 0 0 3 - 3 6 4 9 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由] 新規登録
住 所 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号
氏 名 株式会社村田製作所
2. 変更年月日 2 0 0 4 年 1 0 月 1 2 日
[変更理由] 住所変更
住 所 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号
氏 名 株式会社村田製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.